



Wirtschaft. Politik. Wissenschaft.



723 Bericht von Wolf-Peter Schill, Julius Jöhrens und Felix Spathelf

Antriebswende im Schwerlastverkehr: Treibhausgasquote benachteiligt batterieelektrische Lkw

- THG-Quote soll Anreize schaffen, benachteiligt aber aktuell Batterie-Lkw zugunsten ineffizienterer Brennstoffzellenfahrzeuge
- Fehlanreize vermeiden: THG-Quote muss Fahrleistung, Strommix und Energieeffizienz korrekt abbilden
- Realistische Schätzwerte wären schnell umsetzbare Reformen für die Fahrleistung von Batterie-Lkw und aktualisierte Strommix-Prognosen

733 Interview mit Wolf-Peter Schill

736 Kommentar von Claudia Kemfert

Europas Klimaziel — vertagt, verwässert, verpasst

100 JAHRE – 100 GESCHICHTEN

DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

1925 BIS 2025



© DIW Berlin 2025

„Klimaneutralität ist möglich und notwendig“



Eine der zentralen Fragen unserer Zeit ist: Wie können wir gemeinsam die Herausforderungen des Klimawandels meistern? Die Arbeit der Abteilung Klimapolitik im DIW spielt dabei eine wichtige Rolle.

Obwohl sich Wissenschaft, Politik und Gesellschaft einig sind, dass Klimaneutralität möglich und notwendig ist, schreitet die Umsetzung oft nur langsam voran. Warum ist der Fortschritt dann so zäh? Karsten Neuhoﬀ, Leiter der Abteilung Klimapolitik, erklärt dazu im Video: „Nach unseren Analysen fehlt es vor allem an der Umsetzung von geeigneten Politikinstrumenten, mit denen der Staat Haushalte, Unternehmen und Banken unterstützt, in klimaneutrale Technologien zu investieren und diese zu nutzen“.

Die ganze Geschichte und viele weitere können Sie auf unserer Jubiläumswebsite lesen: www.diw.de/100jahre



IMPRESSUM



DIW Berlin — Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e. V.
Anton-Wilhelm-Amo-Straße 58, 10117 Berlin

www.diw.de

Telefon: +49 30 897 89-0 E-Mail: kundenservice@diw.de

92. Jahrgang 12. November 2025

Herausgeber*innen

Prof. Anna Bindler, Ph.D.; Prof. Dr. Tomaso Duso; Sabine Fiedler; Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.; Prof. Dr. Peter Haan; Prof. Dr. Claudia Kemfert; Prof. Dr. Alexander S. Kritikos; Prof. Dr. Alexander Kriwoluzky; Prof. Karsten Neuhoﬀ, Ph.D.; Prof. Dr. Sabine Zinn

Chefredaktion

Prof. Dr. Pio Baake; Claudia Cohnen-Beck; Sebastian Kollmann; Kristina van Deuverden

Lektorat

Dr. Antonia Kurz

Redaktion

Dr. Hella Engerer; Petra Jasper; Adam Mark Lederer; Frederik Schulz-Greve; Sandra Tubik

Gestaltung

Roman Wilhelm; Stefanie Reeg; Eva Kretschmer, DIW Berlin

Umschlagmotiv

© imageBROKER / Steffen Diemer

Satz

Satz-Rechen-Zentrum Hartmann + Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin

Der DIW Wochenbericht ist kostenfrei unter www.diw.de/wochenbericht abrufbar. Abonnieren Sie auch unseren Wochenberichts-Newsletter unter www.diw.de/wb-anmeldung

ISSN 1860-8787

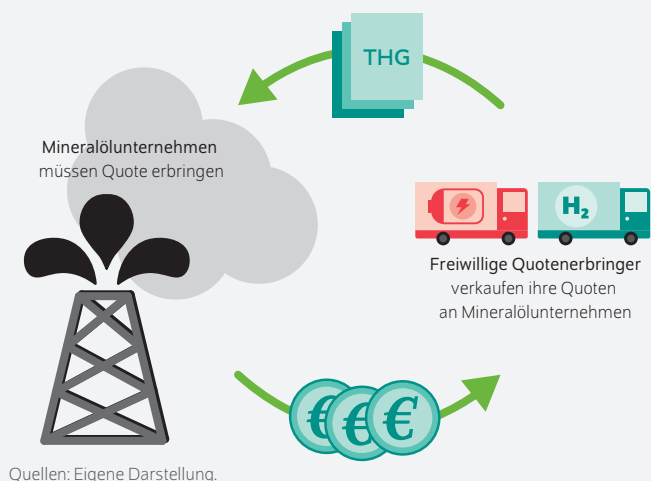
Nachdruck und sonstige Verbreitung – auch auszugsweise – nur mit Quellenangabe und unter Zusendung eines Belegexemplars an den Kundenservice des DIW Berlin zulässig (kundenservice@diw.de).

Antriebswende im Schwerlastverkehr: Treibhausgasquote benachteiligt batterieelektrische Lkw

Von Wolf-Peter Schill, Julius Jöhrens und Felix Spathelf

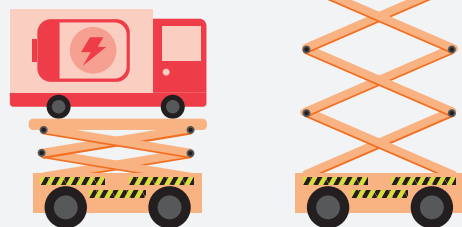
- Straßengüterverkehr verursacht hohe Emissionen – eine Antriebswende hin zu emissionsfreien Lkw ist zentral für Klimaneutralität
- Die Treibhausgas (THG)-Quote soll Anreize für Antriebswende schaffen: Sie verpflichtet Mineralölunternehmen, Treibhausgasemissionen zu reduzieren
- Aktuell bietet die THG-Quote verzerrte Anreize: Sie bevorzugt Brennstoffzellen-Lkw und benachteiligt energieeffizientere Batterie-Lkw
- Reformen der THG-Quote sollten Fahrleistungen, Strommix und Energieeffizienz zugunsten von Batterie-Lkw korrekter abbilden
- Realistische Schätzwerte wären schnell umsetzbare Reformen für die Fahrleistung von Batterie-Lkw und aktualisierte Strommix-Prognosen.

Treibhausgasquote (THG-Quote) soll Anreize für die Antriebswende schaffen, benachteiligt aber aktuell Batterie-Lkw und bevorteilt ineffizientere Brennstoffzellenfahrzeuge



§ Aktuelle Regelung verzerrt THG-Prämien zwischen Batterie- und Brennstoffzellen-LKW

- unterschätzte Fahrleistung
- zu „dreckiger“ Strommix
- Energieeffizienzvorteile nicht berücksichtigt



© DIW Berlin 2025

ZITAT

„Batterieelektrische Fahrzeuge sind sehr energieeffizient. In der energiebasierten Logik der THG-Quote generieren sie allerdings genau deshalb eine zu geringe Emissionsminderung. Dies sollte reformiert werden.“

— Wolf-Peter Schill —

MEDIATHEK



Audio-Interview mit Wolf-Peter Schill
www.diw.de/mediathek

Antriebswende im Schwerlastverkehr: Treibhausgasquote benachteiligt batterieelektrische Lkw

Von Wolf-Peter Schill, Julius Jöhrens und Felix Spathelf

ABSTRACT

Der Straßengüterverkehr macht knapp ein Drittel der Verkehrsemissionen Deutschlands aus. Um bis 2045 klimaneutral zu werden, braucht es eine Antriebswende hin zu emissionsfreien Fahrzeugen wie batterieelektrischen Lkw. Diese spielen vor allem im Schwerlastverkehr bisher nur eine kleine Rolle, ihr Anteil ist aber zuletzt deutlich gewachsen. Ein wichtiger Faktor für ihren weiteren Markthochlauf sind die Anreize, die sich aus der Treibhausgasquote (THG-Quote) ergeben. Diese verpflichtet Mineralölunternehmen dazu, einen Teil der durch ihre Kraftstoffe verursachten Treibhausgasemissionen zum Beispiel durch den Quotenhandel mit Lkw- und Ladestellenbetreibern zu mindern. Die aktuelle Ausgestaltung dieses Klimaschutzinstruments benachteiligt allerdings batterieelektrische Lkw gegenüber Brennstoffzellen-Lkw: Ihre Fahrleistung wird unterschätzt, die Emissionen des Antriebsstroms werden überschätzt, und ihre Energieeffizienzvorteile werden nicht korrekt abgebildet. Schnell umsetzbare Reformoptionen wären eine Erhöhung der geschätzten jährlichen Fahrleistung der Fahrzeuge und eine realistischere Abschätzung der Emissionen des Strommix. Darüber hinaus erscheint eine umfassendere Reform sinnvoll, um die Energieeffizienzvorteile von batterieelektrischen Lkw in der Logik der THG-Quote adäquat zu berücksichtigen.

Die Treibhausgasquote, auch Treibhausgasminderungsquote oder THG-Quote genannt, ist ein marktbasierendes Klimaschutzinstrument. Es verpflichtet Unternehmen der Mineralölwirtschaft dazu, die mit dem Inverkehrbringen fossiler Kraftstoffe verbundenen Emissionen zu reduzieren. Es wurde im Jahr 2015 eingeführt und löste die bis dahin bestehende Biokraftstoffquote ab. Indem zum Beispiel die Lkw- oder Ladestellen-Betreiber THG-Quoten mit den Mineralölunternehmen handeln können, sollen Anreize für die Nutzung emissionsarmer Energieträger und alternativer Antriebe gesetzt werden.

In diesem Bericht wird analysiert, wie die THG-Quote auf die sogenannte Antriebswende im Straßengüterverkehr wirkt – also auf den Ersatz schwerer Dieselfahrzeuge durch solche mit batterieelektrischen Antrieben oder Wasserstoff-Brennstoffzellen. Einleitend wird ein Überblick über aktuelle Trends bei den Flotten- und Neuzulassungsanteilen von Lkw mit alternativen Antrieben gegeben. Anschließend wird untersucht, wie sich die THG-Quote auf die Anreize für die Nutzung von batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw auswirkt. Auf dieser Basis werden abschließend Reformoptionen vorgeschlagen, um bestehende Anreizverzerrungen zu vermindern.¹

Relevanz des Schwerlastverkehrs für den Klimaschutz

Der Straßengüterverkehr spielt eine wichtige Rolle für Deutschlands Klimaziele. Im vergangenen Jahr machte er knapp ein Drittel der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors aus und rund sieben Prozent der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen.² Um bis 2045 klimaneutral zu werden, müssen die heute vorherrschenden Diesel-Lkw weitgehend durch emissionsfreie Fahrzeuge ersetzt werden. Hierfür werden vor allem batterieelektrische und

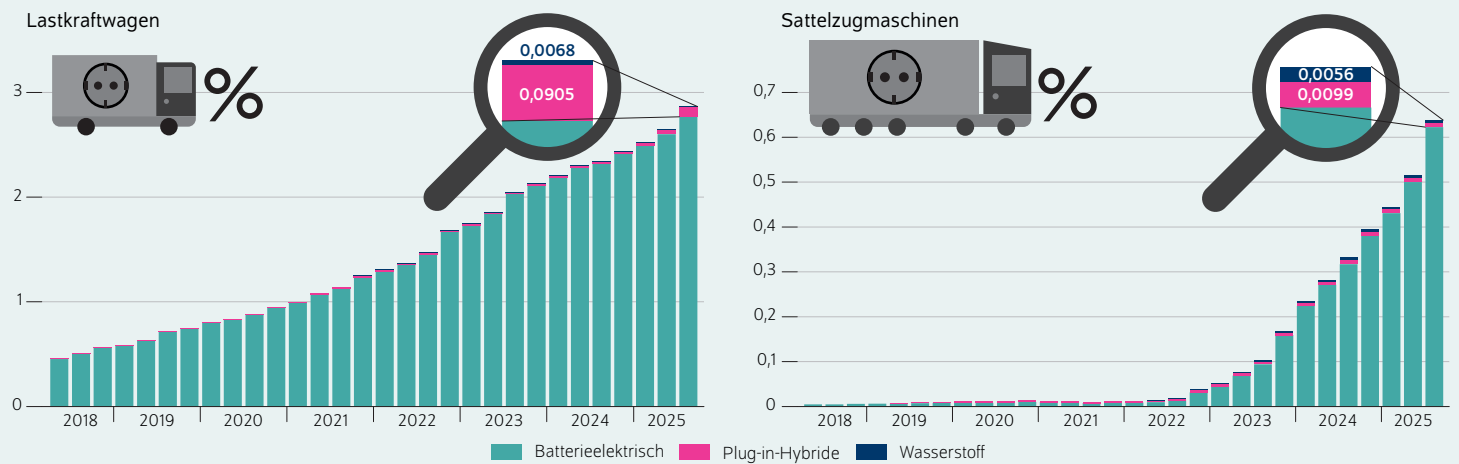
¹ Grundlage für diesen Bericht ist das gemeinsame Forschungsprojekt „enERSyn“ des ifeu-Instituts, der TU Dresden und des DIW Berlin (Fkz 01MV22004B).

² Berechnet auf Basis von Daten des Umweltbundesamts (online verfügbar, abgerufen am 21. Oktober 2025). Dies gilt auch für alle anderen Onlinequellen dieses Berichts, sofern nicht anders vermerkt) sowie von TREMOD (online verfügbar), ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft.

Abbildung 1

Bestand von Fahrzeugen des Straßengüterverkehrs in Deutschland

Anteile alternativer Antriebe in Prozent



Anmerkung: Wasserstoff beinhaltet hauptsächlich Brennstoffzellen und sehr wenige Wasserstoff-Verbrenner. Geschätzte Werte für das letzte Quartal auf Basis von Zulassungsdaten.

Quellen: Daten des Kraftfahrt-Bundesamts, aggregiert und visualisiert auf dem Open Energy Tracker (online verfügbar).

© DIW Berlin 2025

Batteriefahrzeuge sind im Markt angekommen, Brennstoffzellenfahrzeuge noch nicht.

wasserstoffbasierte Antriebe diskutiert. Andere Optionen wie Biokraftstoffe oder synthetische Kraftstoffe erscheinen für sehr weitreichende Emissionsminderungen weniger geeignet, da sie auf absehbare Zeit kaum in großer Menge günstig bereitgestellt werden können.³ Eine weitere Option für Klimaschutz im Straßengüterverkehr neben der Antriebswende ist, Verkehr grundsätzlich zu vermeiden und auf die Schiene zu verlagern. Die Potenziale hierfür sind jedoch begrenzt.⁴

Der Straßengüterverkehr umfasst ein breites Spektrum von Fahrzeugen und reicht vom urbanen Verteiler- und Lieferverkehr mit leichten Nutzfahrzeugen bis hin zum grenzüberschreitenden Schwerlastverkehr. Nutzfahrzeuge, die schwerer als 3,5 Tonnen sind, werden vom Kraftfahrt-Bundesamt in „Lastkraftwagen“ mit festem Aufbau und „Zugmaschinen“ unterschieden. Zu letzteren gehören die für den Schwerlastverkehr besonders relevanten Sattelzugmaschinen, oft auch „Sattelschlepper“ oder „Sattelzüge“ genannt.⁵ Sie haben besonders hohe durchschnittliche tägliche Fahrleistungen und entsprechend große Anteile an den Treibhausgasemissionen des Straßengüterverkehrs. Ein Antriebswechsel bei diesen Fahrzeugen bietet somit einen besonders großen Hebel für Emissionssenkungen.

Starkes Wachstum bei batterieelektrischen Lkw

Die Fahrzeugflotte des Straßengüterverkehrs wird bisher von Dieselfahrzeugen dominiert. Batterieelektrische Antriebe sind noch eine Nische, aber eine stark wachsende. Von allen in Deutschland zugelassenen Lkw, zu denen auch leichtere Fahrzeuge mit moderaten Fahrleistungen gehören, sind derzeit 2,8 Prozent rein batterieelektrisch (Abbildung 1). Bei den schweren Sattelzügen, die oft im Langstreckenverkehr eingesetzt werden, sind es mit 0,6 Prozent noch deutlich weniger. Plug-in Hybride spielen bisher fast keine Rolle. Noch geringer ist der Anteil der Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb, was neben Brennstoffzellen auch sehr wenige Wasserstoff-Verbrenner einschließt. Derzeit gibt es bei den durchschnittlich deutlich schwereren und höhere Fahrleistungen aufweisenden Sattelzügen über 100-mal so viele batterieelektrische Lkw wie Brennstoffzellen-Lkw – und das, obwohl mit Wasserstoff betriebene Lkw bei höheren Fahrleistungen eigentlich ihre Stärken ausspielen sollten. Im Segment der Lkw sind es sogar 400-mal so viele batterieelektrische wie Brennstoffzellenfahrzeuge.

Die monatlichen Neuzulassungsanteile zeigen eine hohe Dynamik bei den batterieelektrischen Fahrzeugen (Abbildung 2). Bei allen Lkw hatten im Durchschnitt der letzten drei Monate batterieelektrische Fahrzeuge einen Marktanteil von bereits gut zehn Prozent. Werden nur die Sattelzüge betrachtet, waren es gut vier Prozent. Die mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellen-Lkw dagegen muss man auch bei den Neuzulassungen immer noch mit der Lupe suchen.

³ Vgl. Wolf-Peter Schill, et al. (2024): Klimaschutz im Straßengüterverkehr: Die Zukunft ist batterieelektrisch. DIW Wochenbericht Nr. 47, 743–753 (online verfügbar).

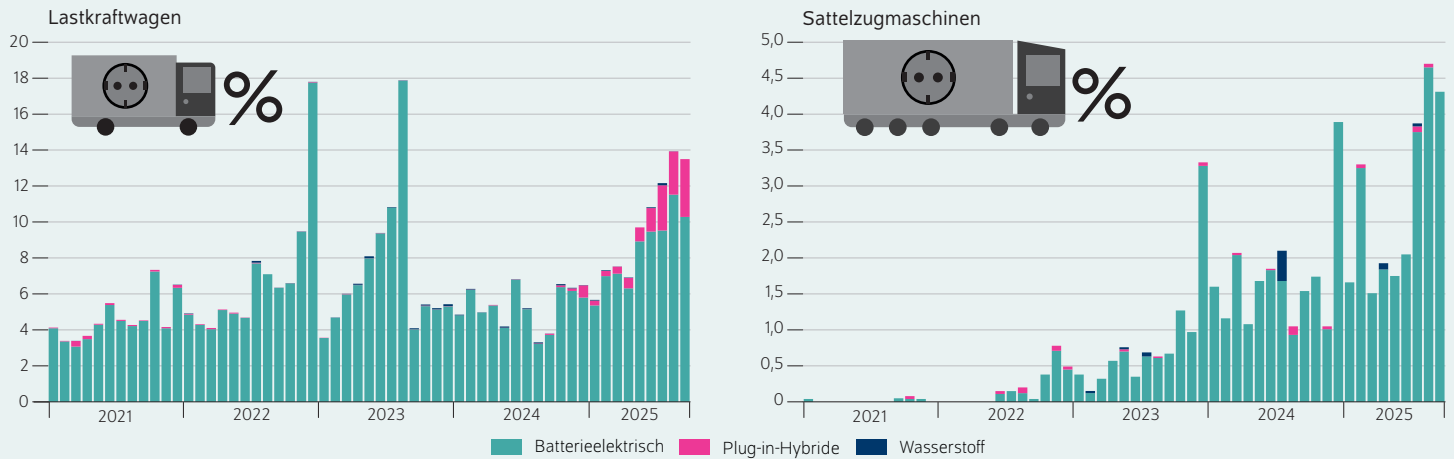
⁴ Vgl. Sachverständigenrat für Wirtschaftsfragen (2024): Güterverkehr zwischen Infrastruktur-anforderungen und Dekarbonisierung. Kapitel 2 des Frühjahrgutachtens (online verfügbar).

⁵ Umgangssprachlich und auch in diesem Bericht wird die Abkürzung „Lkw“ so gebraucht, dass sie sowohl Lastkraftwagen als auch Zugmaschinen im Sinne der amtlichen Statistik miteinschließt.

Abbildung 2

Monatliche Neuzulassungen von Fahrzeugen des Straßengüterverkehrs in Deutschland

Anteile alternativer Antriebe in Prozent



Anmerkung: Wasserstoff beinhaltet hauptsächlich Brennstoffzellen und sehr wenige Wasserstoff-Verbrenner.

Quellen: Daten des Kraftfahrt-Bundesamts, aggregiert und visualisiert auf dem Open Energy Tracker (online verfügbar).

© DIW Berlin 2025

Zuletzt sind die Marktanteile von batterieelektrischen Sattelzugmaschinen stark gewachsen.

Funktionsprinzip der Treibhausgasquote

Die THG-Quote verpflichtet Mineralölunternehmen dazu, einen Teil der durch ihre Kraftstoffe verursachten Treibhausgasemissionen zu mindern oder zu kompensieren. Dazu wird eine jährlich ansteigende Minderungsquote gegenüber einem rechnerischen Referenzwert definiert (Kasten 1). Die Quote steigt mit der Zeit an. Lag sie im Jahr 2017 noch bei vier Prozent, sind es im laufenden Jahr bereits 10,6 Prozent.⁶ Bis zum Jahr 2030 steigt sie auf 25,1 Prozent. Ein Gesetzentwurf⁷ sieht vor, dass die Quote bis zum Jahr 2040 auf 53 Prozent ansteigen soll (Abbildung 3).

Die Minderung der Treibhausgasemissionen kann auf verschiedene Weise erfolgen. Die sogenannten Erfüllungsoptionen umfassen derzeit:

- Biokraftstoffe verschiedener Kategorien (als Beimischung zu fossilen Kraftstoffen oder als Reinkraftstoff):
 - Konventionelle Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse bis zu einer Obergrenze von 4,4 Prozent der Referenzenergiemenge
 - Biokraftstoffe aus Abfall- und Reststoffen⁸ bis zu einer Obergrenze von 1,9 Prozent der Referenzenergiemenge

- Sogenannte fortschrittliche Biokraftstoffe⁹, doppelte Anrechnung oberhalb einer Mindestquote von 0,7 Prozent der Referenzenergiemenge

- Synthetische Kraftstoffe aus erneuerbarer Energie (Renewable Fuels of Non-Biological Origin, RFNBO); diese werden dreifach angerechnet. Hierzu zählt auch Wasserstoff, der entweder in Fahrzeugen oder in Raffinerien eingesetzt werden kann.
- Antriebsstrom für Elektrofahrzeuge; dieser wird ebenfalls dreifach auf die Quote angerechnet.
- Sogenannte Upstream Emission Reductions (UERs), allerdings nur noch bis Ende 2025.¹⁰

Nachweise über den Einsatz dieser Optionen können zwischen verschiedenen Akteuren gehandelt werden, die damit zu Teilnehmenden eines „Quotenmarkts“ werden. Zum Beispiel kann der Betreiber einer öffentlichen Ladestelle durch den Verkauf von elektrischem Antriebsstrom Treibhausgasminderungen im Sinne der THG-Quote generieren (Kasten 2), die er dann einem Quotenverpflichteten verkaufen kann. Wird der Emissionszielwert nach Berücksichtigung aller Erfüllungsoptionen überschritten, wird eine Strafe von 600 Euro pro Tonne Kohlendioxid (CO₂) fällig.

⁶ Weitere Informationen bietet die Homepage des Zolls (online verfügbar).

⁷ Bundesregierung (2025): Entwurf eines zweiten Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgas-Quote. Referentenentwurf, Bearbeitungsstand: 19. Juni 2025 (online verfügbar).

⁸ Gelistet in der Renewable Energy Directive (RED) Anhang IX, Teil B (online verfügbar).

⁹ Gelistet in der Renewable Energy Directive (RED) Anhang IX, Teil A (online verfügbar). Die fortschrittlichen Biokraftstoffe werden politisch als besonders zukunftsfähig betrachtet, sind aber bislang nur teilweise wettbewerbsfähig, daher sollen sie durch eine Mindestquote gefördert werden.

¹⁰ Die Erfüllungsoption der Upstream Emission Reductions (UER), die auf höheren Stufen der Lieferkette für fossile Kraftstoffe ansetzen und oft im Ausland liegen, fand kürzlich große mediale Beachtung. Da es vor allem in China bei entsprechenden Projekten zu Betrugsfällen kam, endet die Anrechenbarkeit von UER endgültig Ende dieses Jahres.

Kasten 1

Berechnung der THG-Quote

In jedem Verpflichtungsjahr müssen die Emissionen der quotenverpflichteten Unternehmen folgenden Zielwert einhalten:

$$\text{Zielwert [kg]} = (1 - \text{Treibhausgasquote}) \times \text{Referenzwert [kg]}$$

Der Referenzwert wird durch Multiplikation der energetischen Menge aller in Verkehr gebrachten Kraftstoffe mit dem Basiswert wie folgt errechnet:

$$\begin{aligned} \text{Referenzwert [kg]} = & (\text{fossiler Dieselmotorkraftstoff [GJ]} + \text{fossiler Ottomotorkraftstoff [GJ]} \\ & + \text{energetische Menge Erfüllungsoptionen [GJ]}) \times \\ & \text{Basiswert [kg/GJ]} \end{aligned}$$

Der Basiswert wurde einheitlich mit 94,1 kg CO₂-Äquivalent pro Gigajoule festgelegt, was ungefähr den spezifischen Emissionen von fossilem Dieselmotorkraftstoff entspricht.

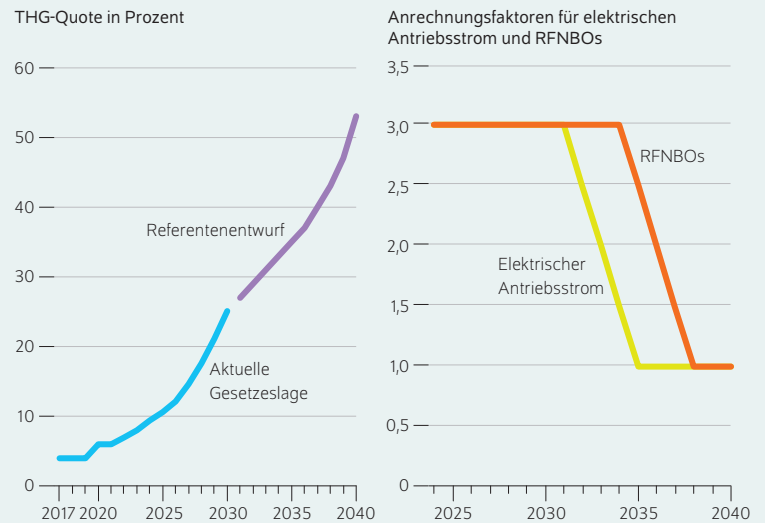
Bei der Erfüllung durch Antriebsstrom für batterieelektrische Fahrzeuge gibt es zwei Varianten: Wird der Strom an öffentlichen Ladepunkten entnommen, dann wird er mengenmäßig genau erfasst und kann durch den Ladestellenbetreiber in den Quotenhandel eingebracht werden. Energiemengen von betrieblichen oder privaten Ladepunkten werden hingegen pauschalisiert abgebildet durch geschätzte jährliche Stromverbräuche für unterschiedliche Fahrzeugklassen, die durch das Umweltbundesamt bekannt gegeben werden. Fahrzeugbetreiber können diese mittels spezialisierter Dienstleister in den Quotenhandel einbringen und damit sogenannte THG-Prämien Erlösen.¹¹

Bei der Berechnung der Treibhausgasminderung durch Antriebsstrom werden grundsätzlich die Emissionen des deutschen Strommix zugrunde gelegt (Kasten 2). Bei öffentlichen Ladepunkten kann unter bestimmten Voraussetzungen auch rein erneuerbarer Strom berücksichtigt werden. Die Emissionsminderungen durch elektrischen Fahrstrom und Wasserstoff werden mit dem Faktor drei angerechnet. Diese Mehrfachanrechnung soll anfangs den Hochlauf entsprechender Antriebe befördern, aber über die Zeit auf den Wert eins sinken (Abbildung 3).

Der Marktpreis der gehandelten Emissionsreduktionen, der sogenannte THG-Quotenpreis, hat seit Einführung des Instruments stark geschwankt. Lag er im Jahr 2022 noch bei teils über 400 Euro pro Tonne, ist er seitdem deutlich gefallen und lag im Jahr 2025 im Durchschnitt bei ungefähr 100 Euro pro Tonne. Ein wichtiger Grund für den Preisrückgang dürften große Mengen angerechneter Biokraftstoffe

Abbildung 3

THG-Quote und Anrechnungsfaktoren im Zeitverlauf



Anmerkung: RFNBOs sind erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs. Hierzu zählen Elektrolyse-Wasserstoff und darauf basierende Syntheseprodukte wie synthetischer Diesel.

Quellen: Bundes-Immissionsschutzgesetz (online verfügbar) und Entwurf eines zweiten Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote (online verfügbar).

© DIW Berlin 2025

Die THG-Quote soll künftig stark steigen. Die zunächst hohen Anrechnungsfaktoren sollen den Hochlauf der emissionsarmen Antriebe fördern.

sowie UER aus dem Ausland sein. Die künftige Entwicklung des THG-Quotenpreises ist unsicher und hängt unter anderem davon ab, wie die Anrechnungsregeln für fortschrittliche Biokraftstoffe künftig ausgestaltet werden.

Ausgestaltung der THG-Quote verzerrt die Antriebswahl

Die THG-Quote suggeriert eine einheitliche Klimaschutzwirkung der verschiedenen handelbaren Minderungsbeiträge. Allerdings verzerrt das Instrument, so wie es aktuell ausgestaltet ist, für verschiedene Antriebstechnologien die anrechenbaren Emissionsminderungsbeiträge bei gegebener Fahr- und Transportleistung. Dies kann zu unterschiedlichen Quotenerlösen führen, die die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Antriebe deutlich beeinflussen. Im Folgenden werden verschiedene Faktoren für derartige Verzerrungen diskutiert. Dies geschieht anhand beispielhafter Werte, die die bis 2030 erwarteten Charakteristika von batterie- und wasserstoffelektrischen Sattelzügen widerspiegeln.¹²

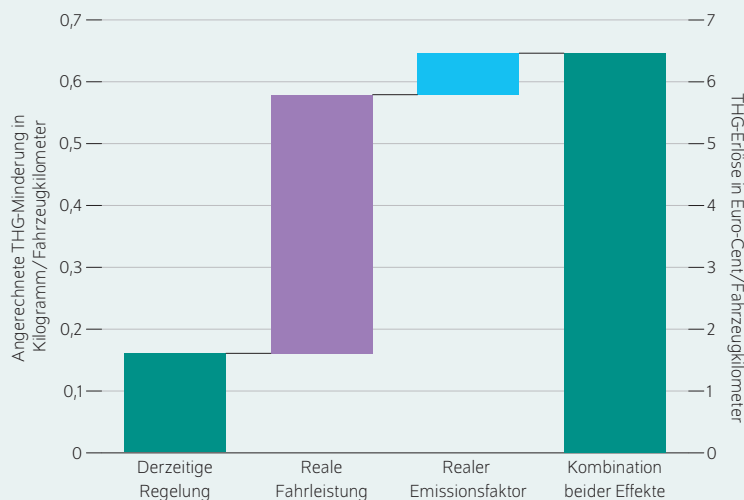
¹² Angenommen werden im Folgenden eine Fahrleistung von 100 000 Kilometer pro Jahr, bei Batterie-Lkw vollständig nicht-öffentliches Laden, ein Verbrauch von 1,21 Kilowattstunde (kWh) Strom beziehungsweise 0,052 Kilogramm Wasserstoff pro Kilometer, spezifische Emissionen von 5 Kilogramm CO₂-Äquivalent pro Gigajoule für grünen Wasserstoff, Stromkosten von 0,22 Euro je Kilowattstunde (kWh) und Wasserstoffkosten von 9 Euro pro Kilogramm sowie ein THG-Quotenpreis von 100 Euro pro Tonne CO₂.

¹¹ Bundesanzeiger (2023): Bekanntmachung vom 10. August 2023 (online verfügbar).

Abbildung 4

Verzerrte THG-Minderungen und -Erlöse von batterieelektrischen Lkw

In Kilogramm beziehungsweise Euro-Cent pro Fahrzeugkilometer



Anmerkung: Als reale Fahrleistung werden 100 000 Kilometer pro Jahr angenommen, als realer Emissionsfaktor des Strommix (mit Vorketten) für 2025 400 Gramm CO₂ pro kWh.

Quellen: Eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2025

Realistischere Annahmen zur Fahrleistung und zum Strommix könnten die THG-Erlöse von batterieelektrischen Lkw deutlich erhöhen.

Tatsächliche Fahrleistung von batterieelektrischen Lkw unterschätzt

Bei Brennstoffzellenfahrzeugen wird der tatsächlich getankte Wasserstoff für die Berechnung der Minderungsbeiträge angesetzt. Das gleiche gilt für Antriebsstrom für batterieelektrische Fahrzeuge, der an öffentlichen Ladepunkten entnommen wird. Hingegen wird für den an privaten und betrieblichen Ladepunkten entnommenen Strom ein pauschaler Schätzwert angesetzt und nicht der tatsächliche Stromverbrauch. Dieser Schätzwert wird vom Umweltbundesamt festgesetzt. Der angenommene Anteil öffentlich geladenen Stroms wird dabei bereits berücksichtigt.

Für schwere Lkw über zwölf Tonnen gilt derzeit ein Schätzwert von 33 400 Kilowattstunden (kWh) pro Jahr¹³. Unter der Annahme eines Stromverbrauchs von rund 120 kWh pro hundert Kilometer entspricht dies einer jährlichen Fahrleistung von gut 27 700 Kilometern. Dieser Wert wurde anhand von empirischen Daten festgesetzt, die allerdings die bis vor kurzem noch geringe Praxiserfahrungen mit rein batterieelektrischen Schwerlastfahrzeugen und technischen Herausforderungen bei deren Einführung widerspiegeln dürften. Konventionelle Sattelzüge im Fernverkehr kommen oft auf über 100 000 Kilometer pro Jahr. Auch in der Distribution werden regelmäßig weit höhere Fahrleistungen

erreicht.¹⁴ Aufgrund der Betriebskostensparnis gegenüber dieselbetriebenen Fahrzeugen und gleichzeitig hohen Anschaffungskosten elektrischer Lkw gibt es für die Betreiber von batterieelektrischen Lkw einen besonders hohen Anreiz, hohe Fahrleistungen zu erreichen. Der Anteil des kWh-genau erfassten öffentlichen Ladens dürfte mit zunehmendem Einsatz der Fahrzeuge im Fernverkehr zwar steigen, aber auch längerfristig weniger als 20 Prozent ausmachen.¹⁵ Somit dürften der aktuelle Schätzwert und damit auch die möglichen Erlöse aus THG-Prämien für nicht-öffentlich geladene Fahrzeuge deutlich geringer sein als die tatsächliche Fahrleistung neuer batterieelektrischer Sattelzüge im Regelbetrieb.

Zur Illustration der Verzerrung wird angenommen, dass eine batterieelektrische Sattelzugmaschine im Fernverkehr 100 000 Kilometer pro Jahr zurücklegt.¹⁶ Bei einem Verbrauch von 1,21 kWh Strom pro Kilometer¹⁷ sowie einem angenommenen THG-Quotenpreis von 100 Euro pro Tonne würde der aktuelle Schätzwert die angerechnete Treibhausgasminde- rung um 0,42 Kilogramm pro Kilometer und die entsprechend erzielbaren Erlöse um 4,2 Euro-Cent pro Kilometer unterschätzen (Abbildung 4).

Für Brennstoffzellenfahrzeuge wird der tatsächlich getankte Wasserstoff für die Berechnung angesetzt und kein Schätzwert. Unter der Annahme, dass die Betreiber der Wasserstofftankstellen mit ihren THG-Quotenerlösen die Wasserstoffpreise an der Tankstelle subventionieren, kann sich somit bei hohen tatsächlichen Fahrleistungen ein deutlicher Nachteil für batterieelektrische Antriebe ergeben.

Strommix-Annahme überschätzt Ladestromemissionen

Neben der Fahrleistung der verschiedenen Antriebe wird auch der zugrundeliegende Strommix bei der Berechnung der THG-Minderungsbeiträge berücksichtigt. Bei batterieelektrischen Lkw wird grundsätzlich angenommen, dass die Emissionen des Ladestroms dem des durchschnittlichen deutschen Strommix entsprechen. Dieser Wert wird vom Umweltbundesamt festgelegt, allerdings mit einiger Zeitverzögerung. Für das Verpflichtungsjahr 2025 wurde ein Wert von 446,4 Gramm CO₂ pro kWh festgesetzt.¹⁸ Dies entspricht weitgehend den vom Umweltbundesamt berichteten Treibhausgasemissionen des deutschen Strommix von 2023.¹⁹

¹⁴ Pierre-Louis Ragon (2025): Real-world use cases for zero-emission trucks. ICCT (online verfügbar).

¹⁵ Daniel Speth und Patrick Plötz (2024): Depot slow charging is sufficient for most electric trucks in Germany. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Vol. 128, 104078.

¹⁶ Bei einem solchen Fahrprofil ist mit einem gewissen Anteil öffentlichen Ladens zu rechnen. Es wird angenommen, dass der Schätzwert diesen Anteil berücksichtigt und der gesamte Stromverbrauch in die THG-Quote eingeht.

¹⁷ Dies ist ein Durchschnittswert inkl. 14 Prozent Ladeverlusten, der sich in Modellierungen des Projekts enERSyn für N3-Fahrzeuge ergab.

¹⁸ Bundesanzeiger (2024): Bekanntmachung vom 6. Oktober 2024 (online verfügbar).

¹⁹ Umweltbundesamt (2025): Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990–2024 (online verfügbar).

¹³ Bundesanzeiger (2023), a. a. O.

Kasten 2

Anrechnung von elektrischem Strom und Wasserstoff im Sinne der THG-Quote**Aktueller Stand**

Die Nutzung von Strom oder Wasserstoff in Lkw kann in Emissionsminderungen im Sinne der THG-Quote umgerechnet werden.

Akteure der Elektromobilität und Betreiber von Wasserstofftankstellen können diese Minderungen an THG-Quotenverpflichtete verkaufen und dadurch Einnahmen generieren. Grundsätzlich gilt nach der 38. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchV) folgende Berechnungsformel:

THG-Minderung =
Emission der fossilen Referenz – Emission der Erfüllungsoption

Für batterieelektrische Lkw bedeutet dies derzeit:

THG-Minderung =
Basiswert [kg/GJ] × Stromverbrauch [GJ] × 3
– spezifische THG-Emissionen Strommix [kg/GJ] ×
Stromverbrauch [GJ] × 3 × Anpassungsfaktor

Für Lkw mit Wasserstoff-Brennstoffzellen gilt entsprechend:

THG-Minderung =
Basiswert [kg/GJ] × Wasserstoffverbrauch [GJ] × 3
– spezifische THG-Emissionen Wasserstoff [kg/GJ] ×
Wasserstoffverbrauch [GJ] × 3 × Anpassungsfaktor

Der Faktor drei sowohl in der Referenz als auch bei den tatsächlichen Emissionen soll die Elektromobilität fördern. Der Anpassungsfaktor wurde in der 38. BImSchV auf 0,4 festgesetzt. Er soll die höhere Energieeffizienz elektrischer Antriebe gegenüber der Diesel-Referenz widerspiegeln. Allerdings gilt der gleiche Wert sowohl für batterieelektrische als auch für Brennstoffzellen-Lkw,

obwohl erstere deutlich energieeffizienter sind. Dies führt dazu, dass Brennstoffzellen-Lkw rechnerisch bei gleicher Fahrleistung eine höhere Emissionsminderung im Sinne der THG-Quote mit entsprechend höheren Erlösen geltend machen können, obwohl dies in der Realität nicht der Fall ist.

Reformvorschlag

Um Verzerrungen zwischen den beiden Antriebstypen auszugleichen, sollte der Anpassungsfaktor die tatsächlichen Energieeffizienzunterschiede zwischen batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw berücksichtigen. Wird er für erstere auf 0,4 festgesetzt, müsste er für Brennstoffzellen-Lkw auf ungefähr 0,6 erhöht werden. Allerdings würde auch diese grundsätzlich sinnvolle Differenzierung in der aktuellen Systematik wenig helfen, da der Anpassungsfaktor auf die tatsächlichen Emissionen der jeweiligen Erfüllungsoption bezogen wird (Multiplikation mit den spezifischen Emissionen). Stattdessen sollte der differenzierte Anpassungsfaktor auf die Referenzemissionen bezogen werden. Dadurch würde sich der Verbrauch fossiler Kraftstoffe, der ansonsten nötig gewesen wäre, korrekt und unverzerrt zwischen batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw berechnen lassen. Für das Beispiel des den batterieelektrischen Lkw würde sich dann ergeben:

THG-Minderung =
Basiswert [kg/GJ] × Stromverbrauch [GJ] × 3 /
Anpassungsfaktor
– spezifische THG-Emissionen Strommix [kg/GJ] ×
Stromverbrauch [GJ] × 3

Eine analoge Anpassung wäre auch bei der Berechnung des Referenzwerts in Kasten 1 erforderlich.

Mit fortschreitendem Ausbau erneuerbarer Energien und dem Ausscheiden weiterer Kohlekraftwerke sinken die durchschnittlichen Emissionsfaktoren des deutschen Strommix jedoch. Im Jahr 2024 lagen sie den neuesten Zahlen des Umweltbundesamts bereits um rund vier Prozent niedriger bei 427 Gramm CO₂ pro kWh, im laufenden Jahr dürften sie noch etwas niedriger liegen.²⁰ Würde sich beispielsweise für 2025 ein tatsächlicher Durchschnittswert von nur 400 Gramm CO₂ pro kWh einstellen, so würden die Treibhausgasemissionen des Ladestroms um rund zehn Prozent überschätzt werden. Im obigen Beispiel eines schweren Lkw mit 100 000 km jährlicher Fahrleistung entspricht dies bei einem angenommenen Quotenpreis von 100 Euro pro Tonne einer fehlenden Anrechnung von 0,07 Kilogramm pro Kilometer und einem finanziellen Nachteil von 0,7 Euro-Cent

pro Kilometer, dies entspricht 700 Euro auf 100 000 Kilometern (Abbildung 4).

Hinzu kommt, dass an privaten und betrieblichen Ladepunkten, zum Beispiel auf Betriebshöfen, teilweise auch selbst erzeugter Strom aus Photovoltaikanlagen genutzt werden kann, der deutlich niedrigere Emissionen aufweist. Dies wird bei der Berechnung der THG-Minderung aber nicht berücksichtigt. Gleiches gilt, wenn für die Ladepunkte eines Betriebshofs ein Liefervertrag für Strom aus erneuerbaren Energien abgeschlossen wurde. Lediglich beim aus öffentlichen Ladepunkten entnommenen Ladestrom kann unter bestimmten Voraussetzungen eine Belieferung mit Strom aus erneuerbaren Energien emissionsmindernd berücksichtigt werden.²¹

²⁰ Hier sind die direkten THG-Emissionen des Stromverbrauchs mit Vorketten gemeint. Aktuelle Daten zu den Emissionen des Strommix werden laufend auf dem Open Energy Tracker bereitgestellt (online verfügbar).

²¹ Umweltbundesamt (2024): Anwenderleitfaden: Anrechnungsvoraussetzungen von Strom aus Wind- und Solarenergie nach § 5 Abs. 5 38. BImSchV zur Anrechnung auf die THG-Quote (online verfügbar).

Abbildung 5

THG-Prämie und Energiekosten pro Jahr und Fahrzeug unter verschiedenen Annahmen In Tausend Euro pro Fahrzeug



Anmerkung: Die Emissionen des Strommix entsprechen dem festgesetzten Wert für das Verpflichtungsjahr 2025 von 446 g/kWh. Tatsächlich dürften es 2025 aber eher circa 400 g/kWh sein. Zur Illustration sind zwei "grünere" Strommische mit 200 g/kWh sowie 57 g/kWh gezeigt. Letzteres entspricht laut Umweltbundesamt dem aktuellen Wert von Photovoltaik-Strom.

Quellen: Eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2025

Die Energiekosten von Brennstoffzellen-Lkw könnten bereits bei einem THG-Quotenpreis unter 150 Euro pro Tonne geringer sein als die von batterieelektrischen Lkw.

Wasserstoff dagegen kann grundsätzlich nur auf die THG-Quote angerechnet werden, wenn er „grün“ ist, also mit Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wurde. Einerseits stellt dies gegenüber der Nutzung von nicht komplett grünem Netzstrom eine höhere Eintrittsbarriere dar. Andererseits muss beim nicht-öffentlichen Laden von batterieelektrischen Lkw der vom Umweltbundesamt gesetzte Emissionsfaktor des Strommix bilanziert werden, selbst wenn grüner Strom genutzt wird, was wiederum batterieelektrische Antriebe benachteiligen kann.

Bessere Energieeffizienz batterieelektrischer Lkw nicht korrekt abgebildet

Eine weitere Verzerrung zwischen batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw ergibt sich dadurch, dass die unterschiedliche Energieeffizienz der beiden Antriebsformen in der Berechnungssystematik nicht adäquat abgebildet wird. Batterieelektrische Lkw benötigen pro km ungefähr nur zwei

Drittel der Endenergie in Form von Strom wie Brennstoffzellen-Lkw in Form von Wasserstoff. In der THG-Quote ist zwar ein Anpassungsfaktor von 0,4 enthalten, der die Energieeffizienzvorteile batterieelektrischer Antriebe gegenüber Diesel widerspiegeln soll (ca. 40 Prozent des Energiebedarfs eines Dieselfahrzeugs). Für Brennstoffzellen-Lkw wurde allerdings der gleiche Faktor festgesetzt, obwohl diese weniger energieeffizient sind als batterieelektrische Lkw; physikalisch müsste der Anpassungsfaktor ca. 0,6 betragen.

Bei der Berechnung der THG-Minderung wirkt der Anpassungsfaktor zudem lediglich auf die verbleibenden Emissionen des Antriebsstroms beziehungsweise des Wasserstoffs, aber nicht auf die rechnerischen Emissionen der fossilen Referenz (Kasten 2). Dadurch kann er bei der Berechnung der Minderungsmengen die Energieeffizienzunterschiede zwischen batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw gar nicht systematisch ausgleichen. Somit wird für Brennstoffzellenfahrzeuge – bei gleicher Fahrleistung – eine höhere Energiemenge angerechnet und auch eine entsprechend größere Treibhausgasreduzierung berechnet.

Dies wird besonders offensichtlich, wenn die Emissionsfaktoren gegen Null gehen, weil der Anpassungsfaktor in der Formel dann kaum wirksam wird. Grüner Wasserstoff, der mit Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wurde, hat im Vergleich zur fossilen Referenz (und auch zum heutigen Netzstrom) bereits einen sehr niedrigen Emissionsfaktor, so dass selbst eine Erhöhung des Anpassungsfaktors in der derzeitigen Berechnungssystematik nur einen geringen Effekt auf die THG-Erlöse für Wasserstoff hätte.

Verzerrungen der THG-Erlöse und Energiekosten

Die diskutierten Verzerrungen führen dazu, dass Emissionsminderungen von Wasserstoff gegenüber elektrischem Antriebsstrom höher angerechnet werden und sich daraus ein entsprechender finanzieller Vorteil ergibt. Er ist umso größer, je höher die THG-Quotenpreise künftig ausfallen (Abbildung 5). Beispielweise würden für Wasserstoff unter den für 2030 angenommenen Rahmenbedingungen bereits bei einem THG-Quotenpreis von unter 150 Euro pro Tonne CO₂ so hohe THG-Prämien generiert, dass die Energiekostennachteile von Brennstoffzellen- gegenüber Batterieantrieben mehr als ausgeglichen werden könnten.²² Werden die reale Fahrleistung und die niedrigeren Emissionen des Strommix berücksichtigt, verschiebt sich diese Schwelle auf einen Quotenpreis von knapp 200 Euro pro Tonne CO₂. Selbst wenn reiner Photovoltaik (PV)-Antriebsstrom (Emissionsintensität 57 Gramm/kWh) angerechnet wird, würden die überhöhten THG-Erlöse von grünem Wasserstoff ab einem Quotenpreis von rund 350 Euro pro Tonne CO₂ zu Energiekostenvorteilen führen.

²² Angenommen wird dabei eine Weitergabe der THG-Erlöse an die Brennstoffzellenfahrzeuge, zum Beispiel in Form eines vergünstigten Tankstellenpreises.

Reformbedarf und -optionen

Bei den derzeit niedrigen THG-Quotenpreisen sind die möglichen THG-Prämien für Fahrzeugbetreiber und die damit verbundenen verzerrten Anreizwirkungen für die Antriebswahl moderat. Dies könnte sich aber mit anstehenden Reformen des Instruments²³ ändern, vor allem wenn zum Beispiel die Minderungsverpflichtungen ansteigen. Geplant sind strengere Kriterien für die Anrechenbarkeit von Biokraftstoffen, unter anderem ein Auslaufen der derzeitigen Doppelanrechnung von fortschrittlichen Biokraftstoffen sowie Vor-Ort-Kontrollen im Ausland. Dies könnte gemeinsam mit dem Ende der UER-Anrechnung die Quotenpreise künftig wieder deutlich ansteigen lassen.

Mit steigenden Quotenpreisen wird die Antriebswende im Schwerlastverkehr grundsätzlich finanziell attraktiver. Allerdings wird dann auch die verzerrte Berechnung von Emissionsminderungen zugunsten von Brennstoffzellenfahrzeugen relevanter: Die Investitionsanreize für die Brennstoffzellentechnologie könnten dann trotz Energieeffizienz- und Kostennachteilen²⁴ höher sein als die für Batteriefahrzeuge. Um dem entgegenzuwirken, könnten diverse Reformen ergriffen werden.

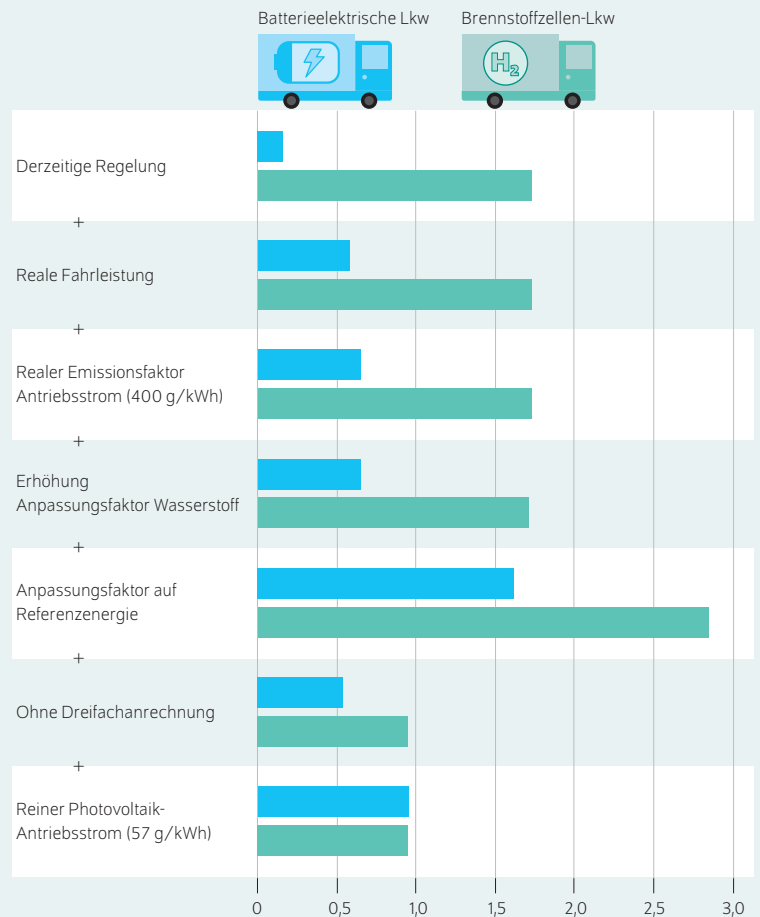
Besonders leicht umsetzbar erscheint eine Erhöhung der Schätzwerte für den Jahresenergiebedarf von batterieelektrischen Lkw. Hierzu müsste das Umweltbundesamt lediglich angepasste Werte festsetzen. Eine realistischere Abschätzung der Fahrleistung könnte die angerechneten Emissionsminderungen batterieelektrischer Antriebe bereits deutlich erhöhen (Abbildung 6).

Auch eine bessere Abbildung des aktuellen Emissionsfaktors des Strommix erscheint sinnvoll und möglich. Hierzu könnte das Umweltbundesamt anhand ohnehin vorliegender Daten und Prognosen zum Ausbau erneuerbarer Energien eine Vorausschätzung für das geltende Verpflichtungsjahr vornehmen. Dies würde die anrechenbare Emissionsminderung von batterieelektrischen Lkw gegenüber der aktuellen Regelung mit einem Datenstand von vor zwei Jahren weiter erhöhen (Abbildung 6). Ebenfalls sinnvoll wäre, eine Anrechnungsmöglichkeit für erneuerbaren Strom beim betrieblichen Laden für Lkw zu schaffen, insbesondere für lokal erzeugten Strom aus erneuerbaren Energien (zum Beispiel aus Photovoltaik auf Lagerhallen).

Darüber hinaus erscheint eine Reform der Berechnungssystematik der THG-Quote erforderlich, um verzerrte Anreizwirkungen zu vermeiden. Dazu gehört zunächst eine Änderung des Anpassungsfaktors (von 0,4 auf 0,6) für Brennstoffzellenfahrzeuge, der ihre Energieeffizienznachteile gegenüber batterieelektrischen Fahrzeugen korrekt abbildet. Allerdings würde dies in der aktuellen Systematik noch wenig helfen. Stattdessen sollte der Anpassungsfaktor auf

Abbildung 6

Wirkung der Reformvorschläge auf angerechnete THG-Mengen Kilogramm CO₂-Äquivalent pro Fahrzeug-Kilometer



Anmerkung: Die verbleibenden Unterschiede zwischen batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw im vorletzten Balken-Pärchen spiegeln unterschiedliche spezifische Emissionsfaktoren von Photovoltaik-Strom und grünem Wasserstoff sowie Unterschiede in der Energieeffizienz wider.

Quellen: Eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2025

Eine Neuberechnung der Referenzenergiemenge würde die verbleibenden Verzerrungen zwischen Batterie- und Brennstoffzellen-Lkw beseitigen.

die Referenzenergiemenge angewendet werden, also gewissermaßen auf die „Dieseläquivalente“, die durch Antriebsstrom oder Wasserstoff ersetzt werden (Kasten 2). Eine solche Anpassung würde die angerechneten Treibhausgasminderungen von beiden Antriebsoptionen erheblich erhöhen (Abbildung 6). Sowohl batterieelektrische als auch Brennstoffzellen-Lkw würden dadurch pro km mehr als einem Kilogramm CO₂-Minderung zusätzlich angerechnet bekommen, was bei einem Quotenpreis von 100 Euro pro Tonne zusätzlichen Erlösen von über 0,1 Euro pro Kilometer entspräche. Dies würde es im Gegenzug erlauben, die Dreifachanrechnung früher zu reduzieren oder ganz abzuschaffen. Bei gleichen spezifischen Emissionen des Antriebsstroms beziehungsweise des grünen Wasserstoffs würde es dann auch keine verzerrten Anrechnungen zwischen batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw mehr geben.

²³ Bundesregierung (2025), a. a. O.

²⁴ Vgl. Wolf-Peter Schill et al. (2024), a. a. O.

Eine derartige systematische Reform der THG-Quote würde allerdings auch Änderungen der Mengenplanung und des Quotenpfads (Abbildung 3) nach sich ziehen. Es erscheint wenig realistisch, dass dies im aktuell laufenden Novellierungsprozess noch bewerkstelligt werden kann; stattdessen müsste hierfür eine weitere Gesetzesnovelle vorbereitet werden.

Fazit: Reformen bei THG-Quote könnten batterieelektrischen Schwerlastverkehr attraktiver machen

Batterieelektrische Antriebe sind mittlerweile im Schwerlastverkehr angekommen, deutlich stärker als Brennstoffzellenfahrzeuge. Gemessen an ihrer realen Treibhausgasminderung profitieren sie aber bei der derzeitigen Rechtslage zu wenig von der THG-Quote. Zudem könnte ihr weiteres Wachstum durch Verzerrungen bei der THG-Quote ausgebremst werden: Mit steigenden Quotenpreisen steigt der finanzielle Vorteil für Brennstoffzellen-Lkw durch die THG-Quote im direkten Vergleich mit batterieelektrischen Lkw stark an. Die wirtschaftliche Überlegenheit von batterieelektrischen Lkw aus Anwenderperspektive könnte durch diese Verzerrung in Frage gestellt werden, was Lkw-Betreiber bei der Umsetzung der Antriebswende insgesamt verunsichern dürfte.

Den Verzerrungen könnte durch verschiedene Reformen entgegengewirkt werden. Besonders einfach umzusetzen wäre ein höherer Schätzwert für die Fahrleistung schwerer batterieelektrischer Lkw. Zudem sollten mit dem fortschreitenden Ausbau erneuerbarer Energien die spezifischen Emissionen des Strommix für die jeweiligen Verpflichtungsjahre vorausgeschätzt werden, was ebenfalls einfach umsetzbar wäre. Darüber hinaus erscheint eine Reform der Berechnungssystematik der THG-Quote sinnvoll, um die Unterschiede in der Energieeffizienz der Fahrzeuge in den Minderungen und den daraus resultierenden THG-Prämien korrekt abzubilden. Dazu sollten die Anpassungsfaktoren für Fahrstrom und Wasserstoff nicht nur differenziert, sondern auch auf die Referenzenergiemenge bezogen werden. Dies würde eine umfangreichere Gesetzesnovelle mit einer Neujustierung des Mengengerüsts aus geforderter Treibhausgasminderung, Unterquoten für einzelne Erfüllungsoptionen und Anrechnungsfaktoren erfordern. Sehr wirkungsvoll wäre darüber hinaus eine Anrechnungsmöglichkeit für explizit erneuerbaren Strom beim betrieblichen Laden zu schaffen, auch wenn dies in puncto Nachweisführung etwas komplexer sein dürfte.

Zu diskutieren ist auch, dass die THG-Quote Teil einer Mehrfach-Bepreisung von Treibhausgasen im Straßengüterverkehr ist. Dies wirft Fragen der ökonomischen Effizienz auf. Neben dem nationalen Emissionshandel, der künftig in den europäischen ETS-2 überführt werden soll, und der CO₂-Komponente der Lkw-Maut bepreist auch die THG-Quote indirekt CO₂-Emissionen. Allerdings sind die Preise des Emissionshandels und der THG-Quote nicht direkt vergleichbar, unter anderem da sich letztere auf eine theoretische Referenzenergiemenge bezieht und nicht auf tatsächliche Emissionen.²⁵ Insofern sollte man die THG-Quote nicht in erster Linie als Instrument der Mengensteuerung begreifen, sondern als Mechanismus, um zusätzliche Anreize für die Antriebswende zu schaffen. Umso wichtiger erscheint es, diese Anreize in Hinblick auf die anrechenbaren Emissionen nicht zu verzerren.

In der Debatte um die Antriebswende im Straßengüterverkehr gibt es auch das Argument, die Brennstoffzellentechnologie als eine Art Backup-Option für batterieelektrische Lkw weiter zu fördern²⁶ – trotz ihrer Mehrkosten und ihrem aktuellen Rückstand am Fahrzeugmarkt. Diskutiert werden in diesem Kontext auch mögliche langfristige industriepolitische Chancen.²⁷ Auch in diesem Fall sollte eine Förderung von Brennstoffzellenfahrzeugen aber nicht über regulatorische Vorteile im Rahmen der THG-Quote umgesetzt werden, sondern nachvollziehbar durch zielgenauere Instrumente: Förderung von Forschung und Entwicklung, von Reallaboren oder von eng umrissenen, besonders geeigneten Anwendungsfällen für Brennstoffzellen-Lkw. Wird stattdessen in der THG-Quote an der Bevorteilung von Wasserstoff gegenüber Antriebsstrom festgehalten, könnte der absehbar knapp bleibende Wasserstoff anderen Anwendungsbereichen entzogen werden, in denen er systemisch sinnvoller eingesetzt werden kann – etwa im Flug- und Schiffsverkehr.

Die derzeit durch die Bundesregierung vorbereitete Novelle der THG-Quote zielt wesentlich auf eine Stabilisierung der Quotenpreise ab, unter anderem durch verbesserte Betrugsprävention bei Biokraftstoffen. Auf dieser Basis könnte die THG-Quote mit den hier vorgeschlagenen Anpassungen zu einer wesentlichen Triebkraft für eine schnelle und effiziente Antriebswende auch im Straßengüterverkehr werden.

²⁵ Dies wird in Folge #36 des DIW-Energiewendepodcasts fossilfrei mit Julius Jöhrens etwas ausführlicher diskutiert (online verfügbar).

²⁶ Vgl. Wolf-Peter Schill et al. (2024), a. a. O.

²⁷ Vgl. Sachverständigenrat für Wirtschaftsfragen (2024), a. a. O., Kapitel „Eine andere Meinung“.

Wolf-Peter Schill ist Leiter des Forschungsbereichs Transformation der Energiewirtschaft in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt im DIW Berlin | wschill@diw.de

Julius Jöhrens ist Leiter des Themenfelds Antriebstechnologien am ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg | julius.joehrens@ifeu.de

Felix Spathelf ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Themenfeld Emissionsbilanzen des Verkehrs am ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg | felix.spathelf@ifeu.de

JEL: Q48, Q58, R48

Keywords: Heavy-duty vehicles, battery electric vehicles, hydrogen, greenhouse gas emissions

INTERVIEW



„Die Treibhausgasquote muss reformiert werden“

Wolf-Peter Schill ist Leiter des Forschungsbereichs „Transformation der Energiewirtschaft“ in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt im DIW Berlin



1. **Herr Schill, die Treibhausgasminderungsquote (THG-Quote) ist ein Klimaschutzinstrument, das Mineralölunternehmen verpflichtet, ihre CO₂-Emissionen im Verkehrssektor zu reduzieren. Wenn man jetzt für seinen E-Lkw Wasserstoff tankt oder die Batterie auflädt, hat man im Vergleich zum Diesel Emissionen eingespart und kann sich eine entsprechende THG-Prämie auszahlen lassen. Ist das zu stark vereinfacht oder im Prinzip richtig?** Das ist im Prinzip richtig, aber ein bisschen verkürzt. Erstens sind es nicht genau die Emissionen der Kraftstoffe, die hier gemindert werden müssen, sondern es sind Emissionsminderungen gegenüber einem rechnerischen Referenzwert. Es müssen auch nicht die Emissionen selbst gemindert werden, sondern es können über verschiedene Erfüllungsoptionen die Emissionen auch kompensiert werden. Zweitens wird die THG-Prämie nicht einfach ausbezahlt, sondern da entwickelt sich ein Marktpreis. Wer also solche Minderungsleistungen erbringt, kann sie an den sogenannten Quotenverpflichteten, also das Mineralölunternehmen, zum Marktpreis verkaufen.
2. **Es gibt bei E-Lkw verschiedene Antriebstechnologien, zum Beispiel Batteriefahrzeuge oder mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen-Lkw. Profitieren alle Antriebs-technologien gleichermaßen von der THG-Quote?** Nein, das ist nicht der Fall. Es gibt in der aktuellen Systematik mehrere Verzerrungen, die dazu führen, dass die tatsächlichen Treibhausgasminderungen, die mit batterieelektrischen Lkw verbunden sind, unterschätzt werden und dass Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge im Vergleich dazu zu gut abschneiden.
3. **Wo liegen die Gründe dafür?** Erstens wird bei der THG-Quote die Fahrleistung der batterieelektrischen Lkw unterschätzt. Es gibt einen pauschalisierten Schätzwert, der hier deutlich niedriger liegt als die tatsächlich erwartete Fahrleistung. Somit werden auch weniger THG-Quoten generiert. Zweitens wird der Strommix als zu schmutzig angenommen. Der Strommix wird ja immer sauberer, je

mehr Windkraft und Solarenergie ausgebaut wird. Für das Jahr 2025 wird aber ein Strommix angenommen, der dem System von vor zwei Jahren entspricht. Das heißt, die Emissionen dieses Antriebsstroms werden in der Quote als zu schmutzig gerechnet. Der dritte und wichtigste Faktor ist, dass die Energieeffizienzvorteile von batterieelektrischen Lkw nicht richtig abgebildet sind. Batterieelektrische Fahrzeuge sind sehr energieeffizient, verbrauchen also nur relativ wenig Strom. Dementsprechend generieren sie in der energiebasierten Logik der THG-Quote auch nur eine vergleichsweise geringe Emissionsminderung. Auch wenn dahinter eine Fahrleistung steht, die gleich groß sein kann, wie die eines Brennstoffzellen-Lkw, der dafür aber mehr Wasserstoff braucht und deswegen rechnerisch eine größere THG-Minderungsleistung erzeugt.

4. **Welche Auswirkungen hat diese Anreizverzerrung auf die CO₂-Reduktionsziele im Straßengüterverkehr?** Diese Verzerrung kann die Anreize für die Technologiewahl zwischen Wasserstoff-Brennstoffzelle oder batterieelektrischem Fahrzeug deutlich beeinflussen. Wir sehen hier die Gefahr, dass die eigentlich überlegene Technologie, nämlich der batterieelektrische Antrieb, benachteiligt wird und der aus Systemsicht weniger vorteilhafte Antrieb, die Wasserstoff-Brennstoffzelle, übermäßig gefördert wird.
5. **Müsste die THG-Quote reformiert werden?** Ja, unbedingt. Die ersten beiden Punkte, die unterschätzte Fahrleistung und der Strommix, ließen sich relativ schnell reformieren. Da könnte das Umweltbundesamt einfach andere Werte ansetzen. Der dritte Punkt, die systematisch unterschätzten Energieeffizienzvorteile von batterieelektrischen Lkw, würden eine größere Reform erfordern, weil die Berechnungssystematik der Quote geändert werden müsste.

Das Gespräch führte Erich Wittenberg.



Das vollständige Interview zum Anhören finden Sie auf www.diw.de/interview

SOEP Papers Nr. 1230

2025 | Daniel Graeber, Lorenz Meister, Carsten Schröder, Sabine Zinn



Random Forests for Labor Market Analysis: Balancing Precision and Interpretability

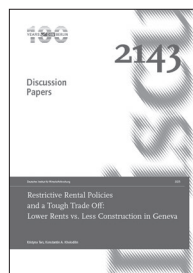
Machine learning is increasingly used in social science research, especially for prediction. However, the results are sometimes not as straight-forward to interpret compared to classic regression models. In this paper, we address this trade-off by comparing the predictive performance of random forests and logit regressions to analyze labor market vulnerabilities during the COVID-19 pandemic, and a global surrogate model to enhance our understanding of the complex dynamics. Our study shows that, especially in the presence of non-linearities and feature interactions, random forests outperform regressions both in predictive accuracy and interpretability, yielding policy-relevant insights on vulnerable groups affected by labor market disruptions

www.diw.de/publikationen/soeppapers



Discussion Papers Nr. 2143

2025 | Kristyna Ters, Konstantin A. Kholodilin



Restrictive Rental Policies and a Tough Trade Off: Lower Rents vs. Less Construction in Geneva

We study how rent control and housing rationing shape housing investment and market tightness in Geneva using a VAR on annual data (1994–2022) with generalized impulse responses and Granger causality. We find that housing rationing functions as a binding quantity restriction as it precedes a contraction in new institutional construction and Granger-causes lower vacancy rates. This increased scarcity is an effect amplified by persistent positive net migration. At the same time, housing rationing redirects capital toward the intensive margin as both institutional and private investors shift to stock-preserving

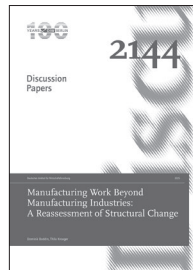
renovations. Primarily operating through the price channel, rent control induces a transitory, statistically significant rise in private renovation investments and compliance-salient upgrades, rather than sustained new-build activity. Across both instruments, the dominant margin of adjustment is short-run renovation by private owners and institutions, not additions to stock. The policy implication is clear: without complementary, density-enabling approvals and a reduction in rent control, government regulation will continue to reallocate investment from new construction to renovations. This will tighten utilization and increase scarcity in an already demand-pressured market.

www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere



Discussion Papers Nr. 2144

2025 | Dominik Boddin, Thilo Kroeger



Manufacturing Work Beyond Manufacturing Industries: A Reassessment of Structural Change

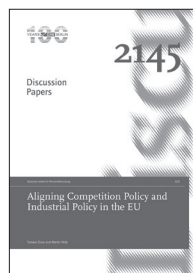
This paper studies the labor market impact of structural change by distinguishing between industry- and occupation-based measures of manufacturing and service employment. Using German data from 1975–2019, we find that 67% of manufacturing jobs lost in manufacturing industries are offset by new manufacturing jobs in service industries. Linking these aggregate patterns to worker-level outcomes, we show that the severity of displacement costs depends on the occupation–sector characteristics of the next job. Workers who retain manufacturing occupations in the service sector experience employment trajectories comparable to those remaining in manufacturing, indicating that structural change is less disruptive than commonly perceived.

www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere



Discussion Papers Nr. 2145

2025 | Tomaso Duso, Martin Peitz



Aligning Competition Policy and Industrial Policy in the EU

Trade conflicts, geopolitical tensions, digital disruption, and the climate crisis pose major challenges for the European Union (EU) and its member states. As called for in the Draghi Report, industrial policy measures can increase competitiveness, strengthen resilience, and facilitate the twin transformation. This article explores ways in which competition policy can be realigned to better accommodate industrial policy objectives. Using German competition law as a reference point, it presents options with which legislatures and competition authorities can respond to current challenges, reconcile conflicting objectives, and adapt the decision-making framework. It then considers elements of a competition-oriented

industrial policy, understood as an evidence-based, targeted approach in which competition serves both as a guiding principle and as a control variable.

www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere





CLAUDIA KEMFERT

Europas Klimaziel – vertagt, verwässert, verpasst

Claudia Kemfert ist Leiterin der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt im DIW Berlin. Der Kommentar gibt die Meinung der Autorin wieder.



Die Europäische Union hat sich auf ein neues Klimaziel geeinigt – und es im selben Moment abgeschwächt. Was als Signal der Einigkeit verkauft wird, ist in Wahrheit ein Rückschritt. Statt Entschlossenheit zu zeigen, vertagt Europa erneut den Aufbruch in die klimaneutrale Zukunft. Bis 2040 sollen die Emissionen um „mindestens 90 Prozent“ sinken, doch bis zu fünf Prozentpunkte dürfen über sogenannte internationale Kooperationen – also eingekaufte Emissionsgutschriften aus Drittstaaten – abgegolten werden. Das bedeutet de facto: Europa verpflichtet sich nur zu einer eigenen Minderung von 85 Prozent. Verantwortung wird ausgelagert, Klimaschutz wird zum Verhandlungsgegenstand.

Gerade jetzt bräuchte Europa Mut statt Mittelmaß. Während sich die Klimakrise verschärft, setzt die EU auf symbolische Kompromisse. Doch halbherzige Politik ist die teuerste Form des Nichthandelns. Wir wissen längst, dass Investitionen in erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Kreislaufwirtschaft sich mehrfach auszahlen – ökologisch, ökonomisch, sozial. Ambitionierte Klimaziele sind kein Risiko, sondern eine Wachstumsstrategie. Dies zeigen Zahlen des Umweltbundesamtes und des GreenTech Atlas: Schon heute arbeiten in Deutschland mehr Menschen in grünen Zukunftsbranchen als in der gesamten fossilen Energiewirtschaft. Jede Windanlage, jede Solarfabrik, jedes Wärmenetz schafft regionale Wertschöpfung.

Doch während Europa seine Ambitionen dämpft, spielt sich auf der anderen Seite des Atlantiks ein gefährliches Gegenstück ab. Der Inflation Reduction Act (IRA) hat die USA binnen zwei Jahren zum Hotspot für grüne Investitionen gemacht. Milliarden flossen in Batterien, Elektroautos, Wasserstoff, saubere Industrie. Tausende neue Jobs entstanden – gerade in Regionen, die zuvor vom Strukturwandel abgehängt waren. Nun aber steht dieses Programm unter Druck: US-Präsident Donald Trump hat angekündigt, zentrale Förderungen zu stoppen oder einzuschränken. Bereits bewilligte Mittel werden eingefroren, neue Projekte verzögert. Das signalisiert Investoren: Die politische Unterstützung für Klimaschutz ist unsicher. Und genau hier liegt Europas Chance – wenn es sie nutzt.

Denn dort, wo die USA bremsen, kann Europa beschleunigen. Wo in Washington politische Willkür herrscht, kann Brüssel Verlässlichkeit bieten. Was wir jetzt brauchen, ist ein europäisches Pendant zum IRA: langfristig planbare Rahmenbedingungen, massive Investitionen in erneuerbare Energien, grünen Wasserstoff, Netze, Speicher und Industrieprozesse – mit klaren Zielen und ohne Hintertüren.

Europa muss verstehen, dass Klimaschutz nicht teurer macht, sondern wettbewerbsfähig. Wer heute auf Effizienz, Innovation und Erneuerbare setzt, senkt Energiekosten, stabilisiert Lieferketten und sichert technologische Führerschaft. Die Länder, die am schnellsten dekarbonisieren, werden die Märkte von morgen bestimmen.

Die Behauptung, strenger Klimaschutz gefährde Arbeitsplätze, ist widerlegt. Es ist das Gegenteil der Fall: Wer in fossilen Strukturen verharret, verliert. Wer investiert, gewinnt. Die Transformation ist kein Kostenblock, sondern die industrielle Revolution des 21. Jahrhunderts. Deutschland und Europa dürfen deshalb nicht länger auf Zeit spielen. Wer Klimaziele relativiert, verliert nicht nur Glaubwürdigkeit – sondern auch wirtschaftliche Souveränität.

Während in den USA der Green Deal zur politischen Zielscheibe wird, muss Europa ihn zu seinem strategischen Kern machen. Die Welt entscheidet sich in diesen Jahren zwischen Rückschritt und Aufbruch. Europas Wahl darf nicht „weniger Ehrgeiz“ heißen, sondern „mehr Tempo“.

Denn am Ende geht es nicht nur um Emissionen, sondern um Wettbewerbsfähigkeit, Wohlstand und Freiheit. Erneuerbare Energien sind Friedensenergien – sie schaffen Unabhängigkeit, Stabilität und Sicherheit. Wenn wir jetzt investieren, sichern wir nicht nur das Klima, sondern die Zukunft der europäischen Wirtschaft. Klimaschutz ist keine Bürde; er ist Europas größte Chance.

Der Beitrag ist am 6. November 2025 im Tagesspiegel Background erschienen.